

**STUDI EKSPERIMENTAL KOMPOSISI BAHAN BAKAR PADAT DARI LIMBAH  
KULIT PISANG RAJA DENGAN TEKNOLOGI *HYDROTHERMAL***



**SKRIPSI**

**Oleh :**

**RIDHO ALFAN FIRDAUS**

**K2514051**

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Juli 2018**

### PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ridho Alfian Firdaus

NIM : K2514051

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Studi Eksperimental Komposisi Bahan Bakar Padat dari Limbah Kulit Pisang Raja dengan Teknologi *Hydrothermal***” ini merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Juli 2018

Yang membuat Pernyataan



Ridho Alfian Firdaus

**STUDI EKSPERIMENTAL KOMPOSISI BAHAN BAKAR PADAT DARI LIMBAH  
KULIT PISANG RAJA DENGAN TEKNOLOGI *HYDROTHERMAL***

**Oleh :**

**RIDHO ALFAN FIRDAUS  
K2514051**

**Skripsi**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar  
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**Juli 2018**

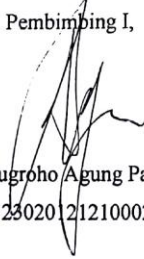
## PERSETUJUAN

Nama : Ridho Alfian Firdaus  
Nim : K2514051  
Judul Skripsi : Studi Eksperimental Komposisi Bahan Bakar Padat dari Limbah Kulit Pisang Raja dengan Teknologi *Hydrothermal*

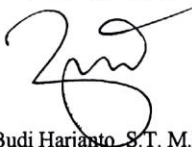
Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

### Persetujuan Pembimbing

Pembimbing I,

  
Dr. Eng. Nugroho Agung Pambudi, M.Eng  
NIP. 1981123020121210002

Pembimbing II,





  
Budi Harjanto, S.T. M.Eng.  
NIP. 197901162005011001

### PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Ridho Alfian Firdaus  
Nim : K2514051  
Judul Skripsi : Studi Eksperimental Komposisi Bahan Bakar Padat dari Limbah Kulit Pisang Raja dengan Teknologi *Hydrothermal*

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Univeritas Sebelas Maret Surakarta pada hari Rabu, 4 Juli 2018 dengan hasil LULUS dan revisi 2 bulan.  
Skripsi telah direvisi dan mendapat persetujuan dari Tim Penguji.

Persetujuan hasil revisi oleh Tim Penguji :

	Nama Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Suharno, S.T., M.T.		17-7-2018
Sekretaris	Dr. Indah Widiastuti, M.Eng.		16/7/18
Anggota 1	Dr.Eng. Nugroho Agung Pambudi, M.Eng.		15-7-2018
Anggota 2	Budi Harjanto, S.T., M.Eng.		16/7/18


Skripsi disahkan oleh Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin pada,

Hari : Selasa  
Tanggal : 17 Juli 2018

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Univeritas Sebelas Maret  
  
Prof. Dr. Joko Nurkamto, M.Pd.  
NIP 196101241987021001

Kepala Program Studi  
Pendidikan Teknik Mesin

  
Dr. Suharno, S.T., M.T.  
NIP 197106032006041001

## ABSTRAK

Ridho Alfian Firdaus. K2514051. **STUDI EKSPERIMENTAL KOMPOSISI BAHAN BAKAR PADAT DARI LIMBAH KULIT PISANG RAJA DENGAN TEKNOLOGI *HYDROTHERMAL***. Skripsi, Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Juli 2018.

Indonesia memiliki potensi besar untuk energi terbarukan yang setara dengan 441,7 GW. Saat ini, penggunaannya masih sangat buruk, hanya sebesar 8.89 GW. Biomassa adalah salah satu sumber energi terbarukan di Indonesia dan memiliki potensi 30.000 MW yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat. Kulit pisang adalah biomassa yang keberadaannya belum dimanfaatkan dengan baik. Biomassa tersebut dapat digunakan sebagai bahan bakar padat menggunakan teknologi *Hydrothermal Carbonization*. Teknologi ini dapat meningkatkan kualitas bahan bakar dengan cara karbonisasi pada suhu dan tekanan tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai limbah biomassa kulit pisang menjadi bahan bakar padat berkualitas tinggi.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Variabel yang diambil dalam penelitian ini adalah variasi temperatur dan waktu tunggu, nilai kalor, kadar air, kadar abu, bahan volatil dan karbon tetap. Suhu yang digunakan adalah 160°C dan 220°C, dan waktu tunggu yang digunakan adalah 30 menit dan 60 menit. Pengumpulan data pada nilai kalor dengan menggunakan bomb kalorimeter dan perhitungan kadar air berdasarkan ASTM D-3173, perhitungan kadar volatil berdasarkan ASTM E-897-88, dan kadar abu berdasarkan ASTM E-830-87.

Hasil penelitian menunjukkan variasi suhu pada *Hydrothermal* menyebabkan peningkatan nilai kalori dan karbon tetap secara signifikan, pada kadar air, kandungan volatil, dan kadar abu menurun secara signifikan. Waktu tunggu yang digunakan juga mempengaruhi komposisi bahan bakar padat tetapi tidak terlalu signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji kalor optimal dengan suhu 220°C, waktu tunggu 60 menit adalah 4272,5927 kal / gr. Nilai kalori terendah adalah pada material awal yang belum diberi perlakuan *Hydrothermal* yaitu 2.956,5407 kal / gr. Hasil dari kadar air menurun sebesar 2,63%, kadar volatil mencapai 56,8651%, dan kadar abu mencapai 3,2679%. Untuk kandungan karbon yang melekat dengan perlakuan *Hydrothermal* meningkat menjadi 37.237%. Dari penelitian ini telah diteliti, nilai kadar air, kadar volatil, kadar abu, dan kadar *fix carbon* menunjukkan hasil yang memenuhi standar ASTM, sehingga dapat dinyatakan layak untuk menjadi bahan bakar padat yang setara dengan batubara sub bituminus.

**Kata Kunci:** Bahan Bakar Padat, Limbah Kulit Pisang Raja, Teknologi *Hydrothermal*.

## **ABSTRACT**

**Ridho Alfian Firdaus. K2514051. Exsperimental Study of Solid Fuel Composition from Plantain Peel Waste with Hydrothermal Technology. Thesis, Surakarta : Faculty of Teacher Training and Education, Sebelas Maret University Surakarta, July 2018.**

*Indonesia has huge potential for renewable energy, equal to 441.7 GW. Currently, however, the utilization usage is abysmal, at only 8.89 GW. Biomass is one renewable energy source in Indonesia and has a potential of 30,000 MW that can be utilized as solid fuel. Banana peels are a popular biomass whose existence has not been utilized properly. They can be used as a solid fuel using hydrothermal carbonization. This technology can improve the quality of fuel by means of carbonization at certain temperatures and pressures. This study aims to increase the value of biomass waste of plantain peel into high quality solid fuel.*

*The method used is the experimental method. Variables taken in this research are temperature and holding time variation, calorific value, moisture content, ash content, volatile matter and fixed carbon. The temperature used is 160°C and 220°C, and the holding time used is 30 minutes and 60 minutes. Data collection includes calorific value by using bomb calorimeter and moisture content calculation based on ASTM D-3173, calculation of volatile matter based on ASTM E-897-88, ash as ASTM E-830-87.*

*The results show temperature variation in Hydrothermal causes significantly increased calorific value and fixed carbon, at moisture content, volatile content, and ash content significantly decreased. The holding time used also affects the solid fuel composition but is not significant. The results show that optimum calorific test results with temperature 220°C, wait time 60 minutes is 4272.5927 cal/gr. The lowest calorific value is in the initial material that has not been treated Hydrothermal that is 2956.5407 cal/gr. Results from the moisture content decreased by 2.63%, volatile content reached 56.8651%, and ash content reached 3.2679%. For the carbon content attached with Hydrothermal treatment is increased to 37.237%. From this research has examined, the values of moisture content, volatile matter, ash content, and fixed carbon content show results that meet the ASTM standard, so it can be declared feasible to be solid fuel equivalent to sub bituminous coal.*

**Keyword :** Solid Fuel, Plantain Hydrothermal Technology, Plantain Peel Waste.

## **MOTTO**

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan pada diri mereka.

(QS. Ar-Ra'd : 11)

Segala sesuatu yang terbaik harus diusahakan dengan cara yang terbaik pula serta kita harus berjuang lebih untuk hasil yang lebih pula.

(Ridho Alfian Firdaus)

“Luruskan niat, yakin dan percaya segala sesuatu dapat dikerjakan dengan mudah asalkan dilandaskan dengan rasa sabar.”

(Ridho Alfian Firdaus)

“Seseorang dapat dikatakan kuat jika di dalam prosesnya yang begitu rumit dan melelahkan, ia tetap tersenyum lebar dan bersyukur.”

(Ridho Alfian Firdaus)



## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur senantiasa peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT, atas izin dan kuasa-Nya, sehingga akhirnya peneliti dapat mempersembahkan skripsi ini untuk:

### **Ibu dan Ayah Tercinta**

“Terimakasih telah memberikan semangat, motivasi, dan doa serta selalu menyertaiku saat keadaan susah dan senang.

### **Keluarga Besar**

“Terimakasih semangat, bimbingan, doa dan dukungan yang kalian berikan kepadaku.”

### **Tim Skripsi**

“Terimakasih atas dukungan dan kerjasamanya, terimakasih telah kebersamai dan saling membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Hambatan tidak akan mengalahkan kita karena kita satu, maju bersama mengalahkan semua hambatan itu.”


### **Sahabatku**

“Terimakasih semuanya, kalian yang selalu memberikan masukan dan dorongan motivasi dalam hidupku serta memberikan doa yang tulus.”

### **Pejuang Skripsi PTM 2014**

“Terimakasih telah menjadi keluarga dan sahabat yang hebat selama 4 tahun, perjuangan kita belum selesai sampai disini.”

### **Almamaterku**

 “Mangesthi Luhur Ambangun Nagara.”

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji senantiasa peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayat-Nya. Atas kehendak-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Studi Eksperimental Komposisi Bahan Bakar Padat dari Limbah Kulit Pisang Raja dengan Teknologi *Hydrothermal*”**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Peneliti menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Joko Nurkamto, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dr. Suharno, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Eng. Agung Pambudi, M.Eng selaku Pembimbing I, yang selalu memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Budi Harjanto, ST, M.Eng selaku Pembimbing II, yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Eng. Moh Syamsiro, S.T., M.T., selaku pembimbing penelitian di Laboratorium Biomassa Fakultas Teknik, Universitas Janabadra.
6. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan peneliti. Meskipun demikian, peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu.

Surakarta, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGAJUAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN ABSTRAK.....	vi
HALAMAN <i>ABSTRACT</i> .....	vii
HALAMAN MOTTO .....	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Perumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
 BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS	
A. Kajian Pustaka .....	6
B. Kerangka Berpikir .....	13
C. Hipotesis .....	15
 BAB III METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	16

B. Desain Penelitian .....	16
C. Teknik Pengumpulan Data .....	18
D. Teknik Analisis Data .....	25
E. Prosedur Penelitian .....	26
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	32
B. Pembahasan .....	39
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, SARAN</b>	
A. Simpulan .....	51
B. Implikasi .....	52
C. Saran. ....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Pohon Pisang .....	8
2.2. Buah Pisang Raja .....	9
2.3. Produk Distribusi <i>Hydrothermal Carbonization</i> .....	10
2.4. <i>Hydrothermal</i> .....	11
2.5. Desain Mesin <i>Hydrothermal</i> .....	12
2.6. Kerangka Berfikir.....	14
3.1. Skema Desain Penelitian.....	17
3.2. Limbah Kulit Pisang Raja .....	22
3.3. <i>Hydrothermal</i> .....	22
3.4. Timbangan .....	23
3.5. Oven .....	24
3.6. <i>Furnace</i> .....	24
3.7. <i>Bomb Calorimeter</i> .....	24
3.8. Cawan .....	25
3.9. Diagram Alir Penelitian . .....	26
4.1. Bahan Bakar Padat Suhu 160°C, Waktu 30 Menit.....	35
4.2. Bahan Bakar Padat Suhu 160°C, Waktu 60 Menit.....	35
4.3. Bahan Bakar Padat Suhu 220°C, Waktu 30 Menit.....	35
4.4. Bahan Bakar Padat Suhu 220°C, Waktu 60 Menit.....	35
4.5. Grafik Nilai Kalor .....	42
4.6 Grafik Nilai Kalor <i>Hydrothermal</i> Daun Pisang .....	43
4.7 Grafik Kadar Air .....	44
4.8 Grafik Kadar Volatil .....	45
4.9 Grafik Kadar Volatil <i>Hydrothermal</i> Daun Pisang .....	46
4.10 Grafik Kadar Abu .....	47
4.11 Grafik Kadar Abu <i>Hydrothermal</i> Daun Pisang.....	48
4.12 Grafik Kadar Karbon Terikat .....	49

4.13 Grafik Kadar Karbon Terikat <i>Hydrothermal</i> Daun Pisang .....	50
--	----

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Sumber daya energi baru dan terbarukan.....	2
2.1. Kandungan Zat Gizi Kulit Pisang per 100 Gram Bahan.....	9
3.1. Data yang Diperlukan . ....	18
4.1. Nilai Kalor.....	36
4.2 Nilai Kadar Air.....	37
4.3 Nilai Kalor Volatil.....	38
4.4. Nilai Kadar Abu. ....	40
4.5. Nilai Kadar Karbon Terikat .....	41
4.6. Kadar Perbandingan Komposisi Bahan Bakar Padat Dengan Batu Bara Sub-bituminus .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Laporan Hasil Uji.....	59
2. Hasil Uji Proksimat dan Nilai Kalor .....	60
3. Hasil Uji Nilai Kalor .....	61
4. Hasil Uji Proksimat .....	62
5. Surat Permohonan Izin Menyusun Skripsi Kepada Wakil Dekan I .....	63
6. Surat Keputusan Dekan FKIP UNS Tentang Izin Menyusun Skripsi .....	64
7. Surat permohonan Izin Penelitian Kepada Rektor Universitas Janabadra ....	65
8. Surat permohonan Izin Penelitian di Laboratorium Biomassa Fakultas Teknik, Universitas Janabadra .....	66
9. Dokumentasi Penelitian .....	67